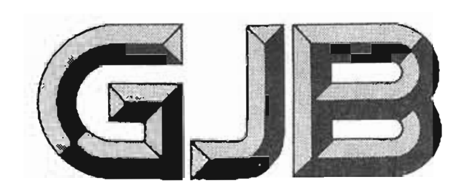


中华人民共和国国家军用标准

FL 0109

GJB 150.11A-2009
代替 GJB 150.11-1986

军用装备实验室环境试验方法 第11部分：盐雾试验

Laboratory environmental test methods for military materiel—Part 11: Salt fog test

2009-05-25 发布　　　　2009-08-01 实施

中国人民解放军总装备部 批 准

目　次

前　言

GJB 150《军用装备实验室环境试验方法》分为28个部分：

a) 第1部分：通用要求；
b) 第2部分：低气压(高度)试验；
c) 第3部分：高温试验；
d) 第4部分：低温试验；
e) 第5部分：温度冲击试验；
f) 第7部分：太阳辐射试验；
g) 第8部分：淋雨试验；
h) 第9部分：湿热试验；
i) 第10部分：霉菌试验；
j) 第11部分：盐雾试验；
k) 第12部分：砂尘试验；
l) 第13部分：爆炸性大气试验；
m) 第14部分：浸渍试验；
n) 第15部分：加速度试验；
o) 第16部分：振动试验；
p) 第17部分：噪声试验；
q) 第18部分：冲击试验；
r) 第20部分：炮击振动试验；
s) 第21部分：风压试验；
t) 第22部分：积冰/冻雨试验；
u) 第23部分：倾斜和摇摆试验；
v) 第24部分：温度－湿度－振动－高度试验；
w) 第25部分：振动－噪声－温度试验；
x) 第26部分：流体污染试验；
y) 第27部分：爆炸分离冲击试验；
z) 第28部分：酸性大气试验；
aa) 第29部分：弹道冲击试验；
bb) 第30部分：舰船冲击试验。

本部分为GJB 150的第11部分，代替GJB 150.11－1986《军用设备环境试验方法　盐雾试验》。

本部分与GJB 150.11－1986相比，有下列主要变化：

a) 删除了GJB 150.11－1986中的“试验条件”，增加了确定试验方法、试验顺序、试验程序和试验条件的剪裁指南；
b) 增加了对试验信息的要求；
c) 改变了试验目的；
d) 改变了试验程序；
e) 改变了试验中盐溶液的沉降率；
f) 增加了试验控制措施要求；

g) 增加了试验结果分析。

本部分由中国人民解放军总装备部电子信息基础部提出。

本部分起草单位：信息产业部电子第五研究所、中国航空综合技术研究所、中国船舶重工集团公司704所、北京航空航天大学、空军装备研究院雷达与电子对抗研究所。

本部分主要起草人：邓国华、夏越美、刘凤吉、李晓钢、陈　明。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

GJB 150.11—1986。

军用装备实验室环境试验方法
第 11 部分：盐雾试验

1 范围

本部分规定了军用装备的实验室盐雾试验的目的与应用、剪裁指南、信息要求、试验要求、试验过程和结果分析的内容。

本部分适用于对军用装备进行盐雾试验。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本部分的条款。凡注日期或版次的引用文件，其后的任何修改单(不包括勘误的内容)或修订版本都不适用于本部分，但提倡使用本部分的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡不注日期或版次的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GJB 150.1A－2009 军用装备实验室环境试验方法 第 1 部分：通用要求

GJB 4239 装备环境工程通用要求

3 目的和应用

3.1 目的

本试验的目的在于：

a) 确定材料保护层和装饰层的有效性；

b) 测定盐的沉积物对装备物理和电气性能的影响。

3.2 应用

本试验适用于：

a) 评价装备及其材料保护性覆盖层和装饰层的质量和有效性，定位潜在的问题区域、发现质量控制缺陷和设计缺陷等；

b) 优选材料和评价装备；

c) 主要暴露于含盐量高的大气中的装备。

3.3 限制

本试验：

a) 不重现海洋大气环境的影响，因为海洋和其他腐蚀环境的化学组成和浓度与本试验不同；

b) 不能说明在盐雾腐蚀与其他介质引起的腐蚀之间存在直接关系；

c) 不能证明经受住本试验的装备在所有的腐蚀环境中都能经受住腐蚀；

d) 已被证实用于预测不同材料和覆盖层的使用寿命往往是不可靠的；

e) 不能代替对湿热和霉菌引起的腐蚀的评估；

f) 不能用样品或样件的试验代替组件的试验。

4 剪裁指南

4.1 选择试验方法

4.1.1 概述

分析有关技术文件的要求，应用装备(产品)订购过程中实施 GJB 4239 得出的成果，确定装备寿命期内大气腐蚀环境出现的阶段，根据下列环境效应确定是否需要进行本试验。当确定需要进行本试验，

且本试验与其他环境试验使用同一试件时，还需确定本试验与其他试验的先后顺序。

4.1.2 环境效应

4.1.2.1 腐蚀效应

盐雾环境可能导致装备(产品)产生下列腐蚀效应：

a) 电化学反应导致的腐蚀；

b) 加速应力腐蚀；

c) 盐在水中电离形成酸性或碱性溶液。

4.1.2.2 电气效应

盐雾环境可能导致装备(产品)产生下列电气效应：

a) 盐沉积物会导致电气设备的损坏；

b) 产生导电的覆盖层；

c) 绝缘材料及金属的腐蚀。

4.1.2.3 物理效应

盐雾环境可能导致装备(产品)产生下列物理效应：

a) 机械部件和组件的活动部分阻塞或卡死；

b) 由于电解作用而导致涂层起泡。

4.1.3 选择试验顺序

4.1.3.1 一般要求

见 GJB 150.1A－2009 中 3.6。

4.1.3.2 特殊要求

若使用同一试件完成多种气候试验，在绝大多数情况下，建议在其他试验后再进行盐雾试验。盐沉积物会干扰其他试验的效果。一般不使用同一试件进行盐雾、霉菌和湿热试验，但若需要，也应在霉菌和湿热试验之后再进行盐雾试验。一般不使用同一试件进行砂尘试验和盐雾试验，但若需要，应将砂尘试验安排在盐雾试验之后。

4.2 选择试验程序

本试验只有一个程序。

4.3 确定试验条件

4.3.1 概述

选定本试验和相应程序后，应根据有关文件的规定和为该程序提供的信息，选定该程序所用的试验条件和试验技术。应确定盐溶液浓度和 pH 值、试验持续时间、盐雾的沉降率、试验温度等试验参数和试件的技术状态、确定时应考虑 4.3.2～4.3.7 的内容。

4.3.2 盐溶液

除另有说明外，盐溶液的浓度应为 5%±1%。用水应符合 GJB 150.1A－2009 中 3.2 的规定，避免带来污染或酸碱条件的变化从而影响试验结果。

4.3.3 试验持续时间

本试验推荐使用交替进行的 24h 喷盐雾和 24h 干燥两种状态共 96h(2 个喷雾湿润阶段和 2 个干燥阶段)的试验程序。经验证明，这种交变方式和试验时间，能提供比连续喷雾 96h 更接近真实暴露情况的盐雾试验结果，并具有更大的潜在破坏性，因为在从湿润状态到干燥状态的转变过程中，腐蚀速率更高。如果需要比较多次试验之间的腐蚀水平，为了保证试验的重复性，要严格控制每次试验干燥过程的速率，将装备干燥 24h。为了对装备耐受腐蚀环境的能力给出更高置信度的评价，可以增加试验的循环次数；也可能采用 48h 喷盐雾和 48h 干燥的试验程序。

4.3.4 温度

喷雾阶段的试验温度为 35℃±2℃。此温度并不模拟实际暴露温度。如果合适，也可以使用其他

温度。

4.3.5 风速

试验过程中应保证试验箱内的风速尽可能为零。

4.3.6 沉降率

调节盐雾的沉降率，使每个收集器在 $80cm^2$ 的水平收集区内(直径 10cm)的收集量为每小时 1mL～3mL 溶液。

4.3.7 试件的技术状态

试件在盐雾试验中的技术状态和取向是确定环境对试件影响的重要参数。除另有说明外，试件应按其预期的贮存、运输或使用中的技术状态和取向来放置。下列内容提供了假定装备暴露于腐蚀性大气中最有可能采取的技术状态，试验时应选择能带来最严酷试验结果的技术状态：

a) 在运输/贮存容器或运输箱中；

b) 在运输/贮存容器之外，但是具有有效的环境控制系统，能部分排除盐雾环境；

c) 在运输/贮存容器之外并按其正常的工作状态安装；

d) 为了特殊用途改装后的状态。

5 信息要求

5.1 试验前需要的信息

一般信息见 GJB 150.1A-2009 中 3.8，特殊信息如下：

a) 试件目视检测和性能检测的范围，以及包括或排除这些范围的说明；

b) 盐溶液的浓度(若不是 5%时)；

c) 水的电阻率和水的类型。

5.2 试验中需要的信息

一般信息见 GJB 150.1A-2009 中 3.11，特殊信息如下：

a) 试验箱内的温度随时间变化的记录；

b) 盐溶液的沉降率($mL/(80cm^2 \cdot h)$)；

c) 盐雾的 pH 值。

5.3 试验后需要的信息

一般信息见 GJB 150.1A-2009 中 3.14，特殊信息如下：

a) 试件目视检测和性能检测的范围，以及包括或排除这些范围的说明。

b) 试验变量：

1) 盐溶液的 pH 值；

2) 盐溶液的沉降率($mL/(80cm^2 \cdot h)$)。

c) 腐蚀效应、电气效应和物理效应的检测结果。

d) 用于失效分析的观察结果。

6 试验要求

6.1 试验设备

6.1.1 试验箱

使用对盐雾特性没有影响的支撑架(样品架)。与试件接触的所有部件都不能引起电化学腐蚀。冷凝液不能滴落在试件上。任何与试验箱或试件接触过的试验溶液都不能返回到盐溶液槽中。试验箱应有排风口以防止试验空间内压力升高。应根据我国的有关法规对废液进行处理。

6.1.2 盐溶液槽

使用不与盐溶液发生反应的材料制备盐溶液槽，如玻璃、硬质橡胶或塑料等。

6.1.3 盐溶液注入系统

6.1.3.1 过滤盐溶液并输送到试验箱中。试验箱带有雾化器，能产生分散精细而湿润的浓雾。雾化喷嘴和管路系统应使用不与盐溶液发生反应的材料制成。防止盐沉积堵塞喷嘴。

6.1.3.2 在下列条件下，在体积小于 $0.34m^3$ 的试验箱内能获得合适的盐雾：

a) 喷嘴压力尽可能低到按所要求的速率喷雾；

b) 喷嘴的孔径在 0.5mm～0.76mm 之间；

c) 在每 $0.28m^3$ 的试验箱内，每 24h 大约雾化 2.8L 的盐溶液。

当采用容积远大于 $0.34m^3$ 的试验箱时，a)～c)所述的条件需要修改。

6.1.4 盐雾收集器

用至少 2 个盐雾收集器来收集盐溶液样品。一个放置在试件的边缘最靠近喷嘴处，另一个也放置在试件的边缘但应离喷嘴最远。若使用多个喷嘴，此原则同样适用。收集器的安放位置不应被试件遮蔽，也不能让收集器收集到从试件或其他地方滴落的盐水。

6.2 试验控制

压缩空气除去油和污物后，应进行预热和加湿。预热的目的是为了弥补压缩空气膨胀到大气压时的降温效应。表 1 给出了推荐使用的压缩空气压力与相应的预热温度要求值。

表 1 压缩空气压力与相应的预热温度要求

空气压力 kPa	预热温度(雾化前) ℃
83	46
96	47
110	48
124	49

6.3 试验中断

一般要求见 GJB 150.1A—2009 中的 3.12，特殊要求如下：

a) 欠试验中断。若发生了意外的试验中断，导致试验条件低于规定值，并超过了允差，应对试件进行全面的目视检查，作出试验中断对试验结果影响的技术评估。将试件稳定在试验条件下，从中断点重新开始试验。

b) 过试验中断。若发生了意外的试验中断，导致试验条件高于规定值，并超过了允差，应使试验条件稳定在允差内并保持这一水平，直到能够进行全面的外观检查和技术评价以确定试验中断对试验结果的影响为止。若外观检查或技术评价得出试验中断并没有对最终试验结果带来不利影响，或者确认中断的影响可以忽略，则应重新稳定中断前的试验条件，并从超过允差的时刻点起继续试验。否则采用新的试件重新开始试验。

6.4 试件的安装与调试

6.4.1 一般要求

见 GJB 150.1A—2009 中的 3.9.1。

6.4.2 特殊要求

确保试验箱内沉降量收集器放置的位置不会收集到从试件上滴落的液滴。

7 试验过程

7.1 试验准备

7.1.1 预备步骤

7.1.1.1 概述

试验开始前，根据有关文件确定程序变量、试件的技术状态、循环次数、持续时间、贮存/工作的参数量级等。

7.1.1.2　试件预处理与技术状态

应对受污染的试件表面进行预处理，以确保试件表面没有污染物如油、脂或污物(灰尘)等，因为它们会导致表面水膜破裂。任何清洗方法均不能使用腐蚀性溶剂，不应使用在试件表面形成腐蚀层或保护层的溶剂，不应使用除纯的氧化镁以外的磨料。对试件的预处理应尽可能少。

7.1.1.3　试验溶液的配制

本试验所用的盐为氯化钠，这种氯化钠(干燥状态)含有的碘化钠不能多于 0.1%，所含有的杂质总量不能超过 0.5%。不应使用含有防结块剂的氯化钠，因为防结块剂会产生缓蚀剂的作用。

除另有规定外，5%±1%的氯化钠溶液应按以下方法制备：

把5份重量的氯化钠溶解于95份重量的水中。通过调节温度和浓度，来调整和保持盐溶液的比重(如图1所示)。若必要，盐溶液中可加入硼砂($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)作为 pH 缓冲剂，在 75L 盐溶液中加入的硼砂量不超过 0.7g。应保持盐溶液的 pH 值，使在试验箱中收集到的沉降盐溶液的 pH 值，在温度为 35℃±2℃时保持在 6.5～7.2 之间。只能使用稀的化学纯的盐酸或氢氧化钠来调整 pH 值。pH 值的测量可采用电化学法或比色法。

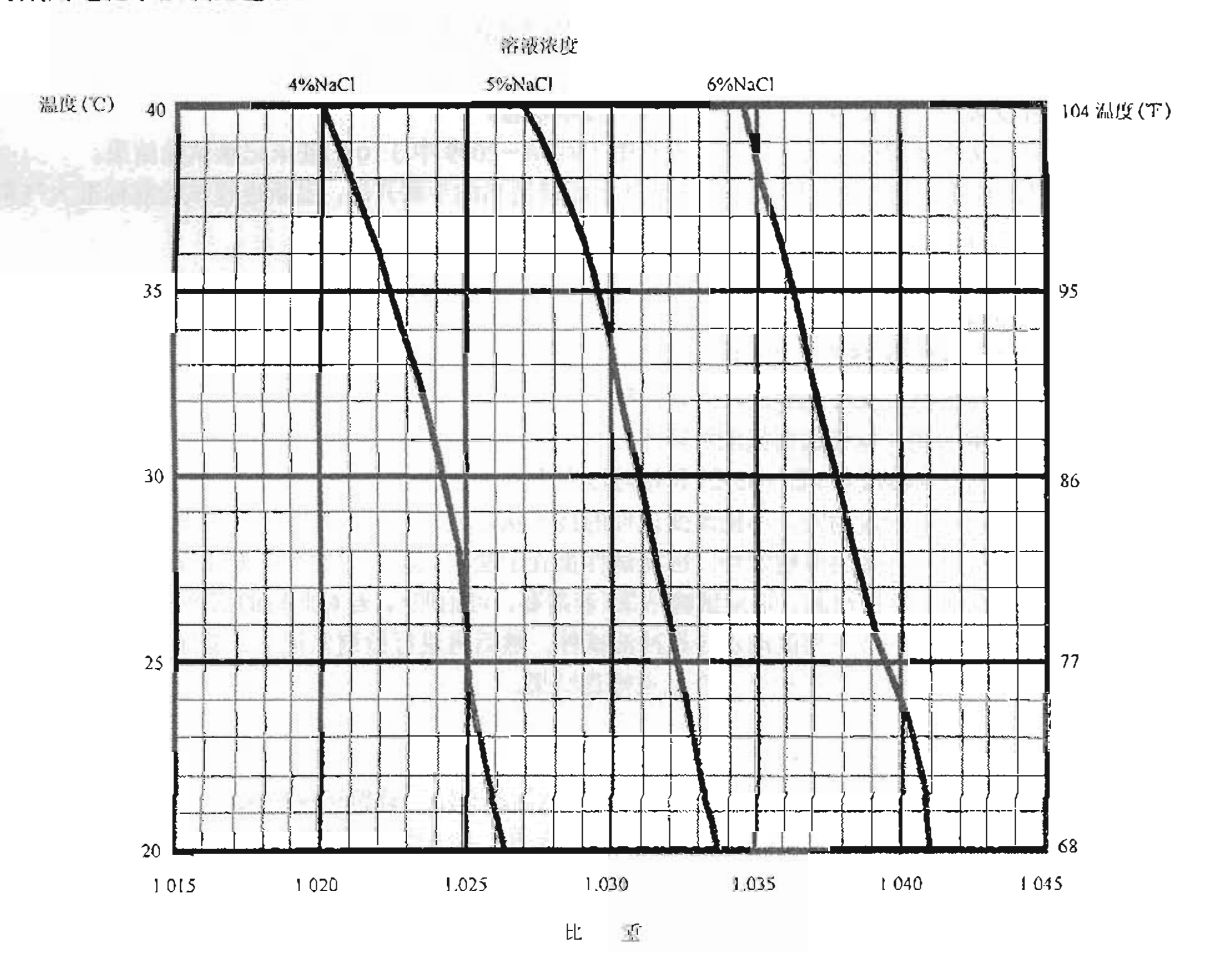


图1　NaCl 水溶液的比重随温度的变化曲线

7.1.1.4　试验箱的运行检查

若试验箱在试验前 5d 内没有使用过或者喷嘴未被堵塞，则应在试验开始前，在空载条件下调整试验箱所有的试验参数，以达到本试验的要求。保持此试验条件至少 24h，或保持试验条件直至正常的运

行状况和盐雾沉降率被确认为止。为确保试验箱工作正常，24h 后仍要监测盐雾的沉降率。应连续监测和记录试验箱的温度，或每隔 2h 监测一次直至试验开始。

7.1.2 初始检测

试验前所有试件均应在标准大气条件下进行检测，以取得基线数据。检测应按以下步骤进行：

a) 记录试验室内的大气条件。

b) 对试件进行全面的目视检查，注意以下内容：

1) 高应力区；

2) 不同类金属接触的部位；

3) 电气和电子部件——特别是相互靠近、没有涂覆或裸露的电路元件；

4) 金属表面；

5) 已经出现或可能出现冷凝的封闭区域；

6) 带有覆盖层或经过表面防腐处理的表面或部件；

7) 阴极防护系统；

8) 由于盐沉积物的阻塞或覆盖而发生故障的机械系统；

9) 电和热的绝缘体。

注：若要求更彻底的目视检查，应当考虑部分或全部拆开试件。但必须小心，不能损坏任何保护性覆盖层等。

c) 记录检查结果(若需要，可拍照)。

d) 将试件安装在试验箱内，并符合所要求的技术状态。

e) 根据有关文件要求进行运行检测，按 GJB 150.1A—2009 中 3.10 的要求记录试验结果。

f) 若试件工作不正常，则应解决问题，并从上面最适当的步骤开始，重新进行试验前标准大气条件下的检测。

7.2 试验程序

试验程序的步骤如下：

a) 调节试验箱温度为 35℃，并在喷雾前将试件保持在这种条件下至少 2h。

b) 喷盐雾 24h 或有关文件规定的时间。在整个喷雾期间，盐雾沉降率和沉降溶液的 pH 值至少每隔 24h 测量一次，保证盐溶液的沉降率为(1～3)mL/(80cm^2·h)。

c) 在标准大气条件温度(15℃～35℃)和相对湿度不高于 50%的条件下干燥试件 24h 或有关文件规定的时间。在干燥期间，不能改变试件的技术状态或对其机械状态进行调节。

d) 干燥阶段结束时，除另有规定外，应将试件重置于盐雾试验箱内并重复 b)和 c)至少一次。

e) 进行物理和电气性能检测，记录试验结果(若需要，可拍照)。若对此后的腐蚀检查有帮助，则可以在标准大气条件下用流动水轻柔冲洗试件，然后再进行检测并记录试验结果。

f) 按 7.1.2，对试件进行目视检查，并记录检查结果。

8 结果分析

除 GJB 150.1A—2009 中的 3.17 提供的指南外，下列信息有助于评价试验结果：

a) 物理。盐沉积能引起机械部件或组件的阻塞或粘接。本试验产生的任何盐沉积可能代表预期环境所导致的结果。

b) 电气。24h 的干燥阶段后，残留的潮气会导致电性能故障。应考虑将这种故障与实际使用中的故障联系起来。

c) 腐蚀。从短期和潜在的长期影响角度，分析腐蚀对试件正常功能和结构完整性的影响。